

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-157565

(43) 公開日 平成5年(1993)6月22日

(51) Int.Cl.⁵

G 0 1 C 17/32

識別記号

片内整理番号

6964-2F

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全10頁)

(21) 出願番号 特願平3-318952

(22) 出願日 平成3年(1991)12月3日

(71) 出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目6番1号

(72) 発明者 小野 治夫

東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ

計算機株式会社羽村技術センター内

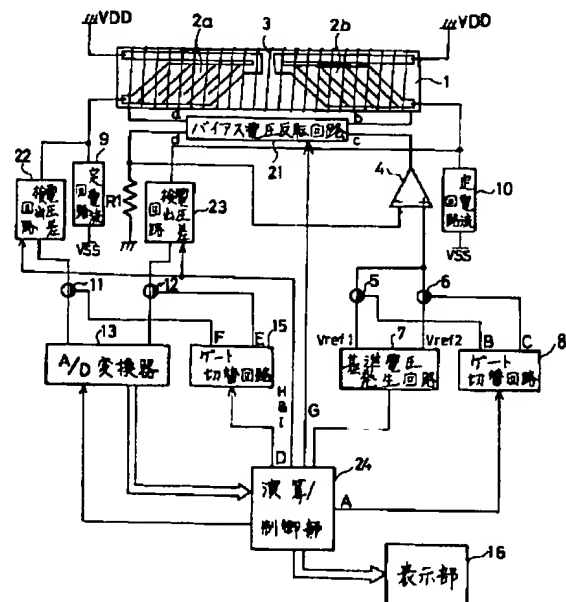
(74) 代理人 弁理士 大菅 義之

(54) 【発明の名称】 電子方位計

(57) 【要約】

【目的】 本発明の目的は、ヒステリシス等による磁気センサの方位の測定誤差を少なくすることである。

【構成】 バイアス反転回路21は、電圧 V_{ref1} の極性を交互に反転させた電圧と、電圧 V_{ref2} の極性を交互に反転させた電圧を出力して、バイアス磁界用コイル3に正、負の飽和磁界と、正、負のバイアス磁界とを交互に発生させる。電圧差検出回路22、23は、それぞれ正のバイアス磁界が印加されたときの磁気抵抗素子2a、2bの出力電圧と、負のバイアス磁界が印加されたときの磁気抵抗素子2a、2bの出力電圧との差を検出する。演算/制御部24は、電圧差検出回路22、23で検出される磁気抵抗素子2a、2bの電圧差から地磁気の方位を算出する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】磁気センサと、

この磁気センサにバイアス磁界を印加するバイアス磁界印加手段と、

前記磁気センサを飽和させる磁界を印加する飽和磁界印加手段と、

前記バイアス磁界を印加したときの前記磁気センサの出力から方位を算出する方位算出手段とを備えたことを特徴とする電子方位計。

【請求項2】少なくとも2個の磁気センサと、

前記磁気センサに正、負のバイアス磁界を交互に印加するバイアス磁界印加手段と、

前記磁気センサを飽和させる磁界を印加する飽和磁界印加手段と、

前記磁気センサに正のバイアス磁界が印加されたときの出力と、負のバイアス磁界が印加されたとき出力との差から方位を算出する方位算出手段とを備えたことを特徴とする電子方位計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電子方位計に関する。

【0002】

【従来の技術】磁界の変化により抵抗値が変化する磁気抵抗素子を利用した方位計が考えられている。磁気抵抗素子は小型で、消費電力も少ないので、腕時計等の小型の装置にも組み込むことが可能となる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、磁気抵抗素子はヒステリシス特性を持っている為に、どのような履歴を経て磁界が印加されたかにより、同じ磁界であっても抵抗値が異なってしまうという問題点があった。

【0004】また、磁気抵抗素子にバイアス磁界を印加して磁界の強さを検出しようとしたときに、バイアス磁界の変動により磁気抵抗素子の出力が変化してしまうという問題点があった。

【0005】本発明の課題は、磁気センサのヒステリシス等による方位の測定誤差を少なくすることである。また、バイアス磁界の変動による方位の測定誤差を少なくすることである。

【0006】

【課題を解決するための手段】第1の発明において、磁気センサは、例えば磁界の強さに応じて磁気抵抗が変化する磁気抵抗素子などで構成される。

【0007】バイアス磁界印加手段は、磁気センサに所定のバイアス磁界を印加する。このバイアス磁界印加手段は、例えば直流のバイアス磁界を印加する手段である。飽和磁界印加手段は、磁気センサを飽和させる飽和磁界を印加する。方位算出手段は、バイアス磁界が印加されているときの磁気センサの出力から方位を算出する。

2

【0008】第2の発明では、バイアス磁界印加手段は、磁気センサに正、負のバイアス磁界を交互に印加する。飽和磁界印加手段は、磁気センサを飽和させる飽和磁界を印加する。

【0009】方位算出手段は、正のバイアス磁界が印加されたときの磁気センサの出力と、負のバイアス磁界が印加されたときの出力との差を検出し、例えば2個の磁気センサの出力から地磁気のX成分、Y成分を求め方位を算出する。

10 【0010】

【作用】第1の発明では、磁気センサを一度飽和状態にしてから、バイアス磁界を印加して地磁気の強さを検出するようにしたので、磁気抵抗素子に加わる磁界の履歴を一定にしてヒステリシスによる誤差を少なくできる。

【0011】第2の発明では、磁気センサに飽和磁界を印加して飽和状態にしてから、正のバイアス磁界を印加したときと、負のバイアス磁界を印加したときの出力差を求め、その出力差から方位を算出するようにしたので、ヒステリシスによる方位の測定誤差並びにバイアス磁界の変動による測定誤差を少なくすることができる。

20 【0012】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の第1実施例の電子方位計の回路構成図である。

【0013】基板1上には、パーマロイ等の磁気抵抗素子2a、2bが互いに直交する方向にパターンニングされており、その基板1の回りにはバイアス磁界用コイル3が巻かれている。

【0014】バイアス磁界用コイル3の一端はオペアンプ4の出力に接続され、他端は電流検出用の抵抗R1を介してV_{DD}（グランド）に接続されている。オペアンプ4の－入力端子は抵抗R1とバイアス磁界用コイル3との接続点に接続され、＋入力端子は、トランスファークラップ（以下、ゲートと呼ぶ）5、6を介して基準電圧発生回路7の2つの出力端子に接続されており、オペアンプ4は、＋入力端子に入力する電圧とほぼ等しい電圧をバイアス磁界用コイル3に供給する。

【0015】基準電圧発生回路7の2つの出力端子からは、バイアス磁界用コイル3に磁気抵抗素子2a、2bを飽和させる飽和磁界を発生させる電圧V_{sat,1}と、所定のバイアス磁界を発生させる電圧V_{sat,2}とがそれぞれ出力され、これらの出力電圧の一方がゲート5、6により選択されてオペアンプ4の＋入力端子に出力される。

【0016】ゲート切り替え回路8は、後述する演算／制御部14から出力される信号Aに基づいてゲート5、6をオン、オフさせる信号B、Cを生成する回路である。なお、信号Cは、図2に示すように信号Aと同じ位相の信号であり、信号Bは信号Aと逆位相の信号である。

50 【0017】従って、信号Bがハイレベルのときは、ゲ

3

ート5がオンしてオペアンプ4の+入力端子に電圧 V_{ref1} が与えられ、バイアス用コイル3に飽和磁界が発生する。他方、信号Cがハイレベルのときは、ゲート6がオンしてオペアンプ4の+入力端子に電圧 V_{ref2} が与えられ、バイアス用コイル3に所定のバイアス磁界が発生する。

【0018】磁気抵抗素子2a、2bの一端は、それぞれ V_{DD} に接続され、他端は定電流回路9、10を介して V_{SS} に接続されている。定電流回路9、10は、外部磁界が変化して磁気抵抗素子の抵抗値が変化したとき、磁気抵抗素子2a、2bを流れる電流を一定に保つ働きをする。

【0019】磁気抵抗素子2a、2bの他端と定電流回路9、10との接続点には、ゲート11、12を介してA/D変換器13が接続されており、ゲート11、12で選択された磁気抵抗素子2a、2bの出力電圧がA/D変換器13でデジタルデータに変換されて演算/制御部14に出力される。

【0020】ゲート切り替え回路15は、演算/制御部14から出力される信号Dに基づいてゲート11、12をオン、オフさせる信号E、Fを生成する回路であり、それらの信号E、Fをゲート11、12の制御端子に出力する。

【0021】なお、信号Eは、図2に示すように信号Dの2倍の周期で同位相の信号であり、信号Fは信号Dの2倍の周期で信号Eと180°位相の異なる信号である。従って、信号Fがハイレベルのときは、ゲート11がオンし磁気抵抗素子2aの出力電圧がゲート11を経てA/D変換器13に入力し、そのA/D変換器13でデジタルデータに変換されて演算/制御部14に出力される。

【0022】一方、信号Eがハイレベルのときは、ゲート12がオンして磁気抵抗素子2bの出力電圧がゲート12を経てA/D変換器13に入力し、そのA/D変換器13でデジタルデータに変換されて演算/制御部14に出力される。

【0023】演算/制御部14は、ゲート切り替え回路8に信号Aを出力してバイアス磁界の切り替えを指示すると共に、ゲート切り替え回路15に信号Dを出力して磁気抵抗素子2a、2bの何れの出力電圧を取り出すかを指示する。また、A/D変換器13から出力される2個の磁気抵抗素子2a、2bの出力から地磁気の方位を算出して、その方位を表示部16に表示する。

【0024】次に、上記回路の動作を図2のタイムチャートを参照して説明する。演算/制御部14から図2に示すような信号Aが出力されると、ゲート切り替え回路8から信号Aを反転した信号Bと、信号Aと同位相の信号Cとがそれぞれゲート5、6の制御端子に出力される。

【0025】信号Bがハイレベルの期間ゲート5がオン

4

して、バイアス磁界用コイル3に電圧 V_{ref1} が印加される。この電圧 V_{ref1} により、バイアス磁界用コイル3には飽和磁界が発生し磁気抵抗素子2a、2bが飽和する。

【0026】次に、信号Cがハイレベルの期間ゲート6がオンして、バイアス磁界用コイル3に電圧 V_{ref2} が印加される。この電圧 V_{ref2} により、バイアス磁界用コイル3に所定のバイアス磁界が発生し、そのときの地磁気の強さに比例した出力電圧が磁気抵抗素子2a、2bから出力される。

【0027】また、信号Cがハイレベルのとき、ゲート切り替え回路15からは信号Dの2倍の周期で、かつ互いに180°の位相差を持ち、信号Cがハイレベルのとき一定期間ハイレベルとなる信号E、Fが出力される。この信号E、Fにより2個の磁気抵抗素子2a、2bの出力電圧がゲート11、12で交互に選択されてA/D変換器13に出力される。

【0028】演算/制御部14は、2個の磁気抵抗素子2a、2bの出力電圧から地磁気の大きさと向きとを求め方位を算出する。図3は、磁気抵抗素子に正の飽和磁界と負の飽和磁界とを印加したときの磁気抵抗素子の出力電圧と磁界との関係を示す図である。バイアス磁界 H_b の付近では、ヒステリシスの影響の為外部の磁界の値が同じであっても、その磁界の値になる前の値により、出力電圧が異なる。

【0029】又、磁気抵抗素子2a、2bに飽和磁界 H_s を印加すると、図3に示すように飽和磁界 H_s 以上では磁気抵抗素子2a、2bの出力電圧はほぼ一定値となる。そこで、磁気抵抗素子2a、2bを一度飽和させた後、バイアス磁界 H_b を印加するようにすれば、バイアス磁界 H_b と地磁気の強さ H_d とで決まる磁気抵抗素子2a、2bの出力電圧は、それ以前の磁気抵抗素子2a、2bの履歴に関わらず常に図3の中心に向かう経路上に得ることができる。

【0030】これにより、磁気抵抗素子のヒステリシスによる影響を除去できるので、地磁気の方位を正確に測定することができる。次に、磁気抵抗素子2a、2bに正、負の飽和磁界と、正、負のバイアス磁界とを交互に印加する本発明の第2実施例を説明する。

【0031】図4は、第2実施例の電子方位計の回路構成図である。同図において、図1に示した回路と同じ回路ブロックには同じ符号をつけてそれらの説明を省略する。図4のバイアス反転回路21は、オペアンプ4から供給される基準電圧発生回路7の出力電圧 V_{ref1} 、 V_{ref2} を交互に反転させてバイアス磁界用コイル3に供給する回路である。

【0032】電圧差検出回路22、23は、正のバイアス磁界が印加されたときと、負のバイアス磁界が印加されたときの磁気抵抗素子2a、2bの出力電圧の電圧差を検出する回路であり、それぞれ検出した電圧差をゲ-

5

ト11、12を介してA/D変換器13に出力する。

【0033】なお、以下の説明では、バイアス磁界用コイル3の端子aにオペアンプ4の出力電圧が印加されたとき発生する磁界を正のバイアス磁界、端子bにオペアンプ4の出力電圧が印加されたとき発生する磁界を負のバイアス磁界としている。

【0034】演算/制御部24は、正、負のバイアス磁界が印加されたときのそれぞれの磁気抵抗素子2a、2bの出力電圧の差から、地磁気の大きさ、向きを演算により求める。

【0035】次に図5は、上記バイアス反転回路21の具体的構成の一例を示す図である。ここで、信号Gは、演算/制御部22からバイアス反転回路21に出力されるバイアス電圧の極性の反転を指示する信号である。

【0036】この信号Gは、トランジスタTR3及びTR4のベースに供給され、さらにインバータINV1を介してトランジスタTR1及びTR2のベースに供給されている。

【0037】トランジスタTR1及びTR3のエミッタは、端子c、すなわち図4のオペアンプ4の出力端子に接続され、トランジスタTR2及びTR4のエミッタは、端子d、すなわち図4の抵抗R1の一端に接続されている。

【0038】トランジスタTR1のコレクタとトランジスタTR2のコレクタとの接続点は端子a、すなわちバイアス磁界用コイル3の一端に接続され、トランジスタTR3のコレクタとトランジスタTR4のコレクタとの接続点は端子b、すなわちバイアス磁界用コイル3の他端に接続されている。

【0039】信号Gがハイレベルのときは、トランジスタTR1及びTR4がオン、トランジスタTR2、TR3がオフして、オペアンプ4の出力電圧はバイアス磁界用コイル3の端子aに印加される。信号Gがハイレベルの間、オペアンプ4からは前述した電圧 V_{ref1} 、 V_{ref2} が交互に出力されるので、バイアス磁界用コイル3には正の飽和磁界と正のバイアス磁界が発生する。

【0040】一方、信号Gがローレベルのときは、トランジスタTR2及びTR3がオン、トランジスタTR1及びTR4がオフし、オペアンプ4の出力電圧はバイアス磁界用コイル3の端子bに印加される。信号Gがローレベルの間、オペアンプ4からは電圧 V_{ref1} 、 V_{ref2} が交互に出力されるので、バイアス磁界用コイル3には負の飽和磁界と負のバイアス磁界とが交互に発生する。

【0041】この結果、磁気抵抗素子2a、2bに正、負の飽和磁界、正、負のバイアス磁界が交互に印加される。次に、図6は、電圧差検出回路22、23の具体的構成の一例を示す図である。磁気抵抗素子2a、2bの出力電圧は、それぞれゲート31、32を介してコンデンサC1、C2に接続されており、それらコンデンサC1、C2の他端は抵抗R2、R3を介して接地されてい

6

る。

【0042】コンデンサC1、C2とゲート31、32との接続点には、オペアンプ33、34の+入力端子が接続されており、これらオペアンプ33、34の出力は、抵抗R4、R5を介してそれぞれオペアンプ35の+入力端子、-入力端子に接続されると共に、抵抗R6、R7を介して自己の-入力端子に接続されている。

【0043】これらオペアンプ33、34、35及び抵抗R4～R10からなる回路は、オペアンプ33、34の入力電圧の差電圧を増幅する回路を構成している。ここで、図7のタイムチャートを参照して上記電圧差検出回路22、23の動作を説明する。

【0044】電圧差検出回路22、23の構成は同一であるので、電圧差検出回路22の場合について説明する。電圧差検出回路22の検出動作を制御する信号Hは、図7に示すようにバイアス反転信号Gがハイレベルの期間の後半の期間ハイレベルとなり、信号Iはバイアス反転信号Gがローレベルの期間の後半の期間ハイレベルとなる。

【0045】信号Hがハイレベルのときゲート32がオンし、信号Gがハイレベルの期間の後半、すなわち磁気抵抗素子2aに正のバイアス磁界が印加されているとき出力電圧が電圧差検出回路22のコンデンサC2に充電される。このコンデンサC2に充電された電圧は、信号Hがローレベルとなりゲート32がオフしている間そのまま保持される。

【0046】一方、信号Iがハイレベルのときゲート31がオンし、信号Gがローレベルの期間の後半、すなわち負のバイアス磁界が磁気抵抗素子2aに印加されているときの出力電圧がコンデンサC1に充電される。このコンデンサC1に充電された電圧は、信号Iがローレベルとなりゲート31がオフしている間そのまま保持される。

【0047】すなわち、電圧差検出回路22のコンデンサC1には、正のバイアス磁界が印加されたときの磁気抵抗素子2aの出力電圧が保持され、コンデンサC2には、負のバイアス磁界が印加されたときの磁気抵抗素子2aの出力電圧が保持される。そして、両者の電圧差がオペアンプ35で増幅されゲート11を介してA/D変換器13に出力される。

【0048】この実施例では、磁気抵抗素子2a、2bに正の飽和磁界と、その正の飽和磁界より小さい所定の正のバイアス磁界と、負の飽和磁界と、その負の飽和磁界より絶対値で小さい所定のバイアス磁界とを順に印加している。

【0049】今、飽和磁界を H_F 、バイアス磁界を H_B 、ある方位における地磁気の強さを H_E とすると、飽和磁界 H_F を印加したときの磁気抵抗素子2a、2bの出力電圧は、図8に示すようにほぼ一定値となるので、正、負の飽和磁界を交互に印加したときの磁気抵抗

7

素子2 a、2 bの出力電圧と磁界との関係は、図8に示すような一定のヒステリシスループを描く。

【0050】すなわち、正、負のバイアス磁界 H_b を磁気抵抗素子2 a、2 bに交互に印加したとき、外部磁界 H_a と正のバイアス磁界 H_b とにより決まる磁気抵抗素子2 a、2 bの出力電圧と、外部磁界 H_a と負のバイアス磁界 $-H_b$ とにより決まる磁気抵抗素子2 a、2 bの出力電圧は、常に図8の中心に向かう経路上に存在する。

【0051】従って、磁気抵抗素子2 a、2 bの履歴に関わらず、常に一定の経路を通して地磁気を測定することができるので、磁気抵抗素子2 a、2 bの履歴の影響により生じる方位の測定誤差を無くすることができる。

【0052】また、正、負のバイアス磁界を印加したときの磁気抵抗素子の出力電圧差を求めることで、バイアス磁界の変動による磁気抵抗素子2 a、2 bの出力電圧の変化を打ち消すことができ、バイアス磁界の変動による方位の測定誤差を無くすることができる。

【0053】なお2個の磁気抵抗素子を配置する角度は90度でなくとも、0°、180°以外ならば、演算/制御部における演算方法を対応させることにより、方位を算出することは可能である。

【0054】なお、本発明は、方位計の専用装置に限らず、電子腕時計、高度計等に組み込むこともでき、さらに自動車等のナビゲーション装置に用いることもできる。

【0055】

【発明の効果】本発明によれば、磁気センサに飽和磁界を印加することで、磁界の強さと磁気センサの出力との関係が一定の経路を描くので、磁気センサの持つヒステ

8

リシス特性によるセンサの出力誤差を少なくすることができる。また、磁気センサに正、負の飽和磁界及び正、負のバイアス磁界をそれぞれ交互に印加することで、ヒステリシスによる影響をさらに少なくできる。しかも、この場合、正のバイアス磁界を印加したときの磁気センサの出力と、負のバイアス磁界を印加したときの磁気センサの出力との差から方位を算出することで、バイアス磁界の変動による磁気センサの出力の誤差も少なくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例の方位計の回路構成図である。

【図2】第1実施例の回路の信号のタイムチャートである。

【図3】第1実施例での磁気抵抗素子の出力電圧と磁界との関係を示す図である。

【図4】第2実施例の方位計の回路構成図である。

【図5】バイアス反転回路の一例を示す図である。

【図6】電圧差検出回路の一例を示す図である。

【図7】第2実施例の回路の信号のタイムチャートである。

【図8】第2実施例での磁気抵抗素子の出力電圧と磁界との関係を示す図である。

【符号の説明】

2 a、2 b 磁気抵抗素子

3 バイアス磁界用コイル

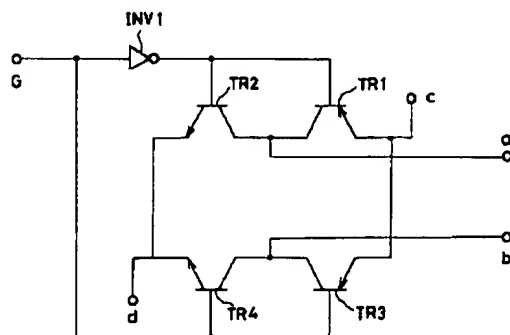
7 基準電圧発生回路

21 バイアス電圧反転回路

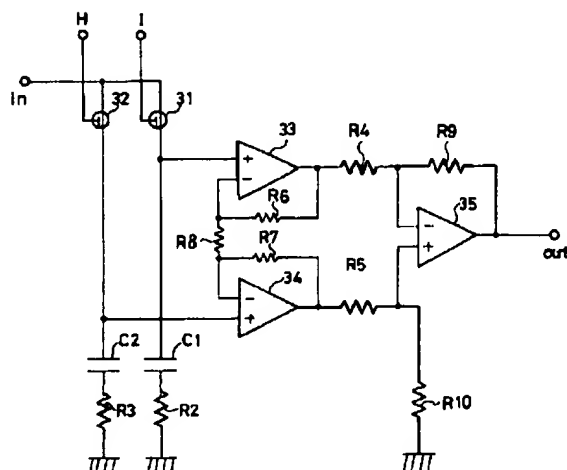
22、23 電圧差検出回路

14、24 演算/制御部

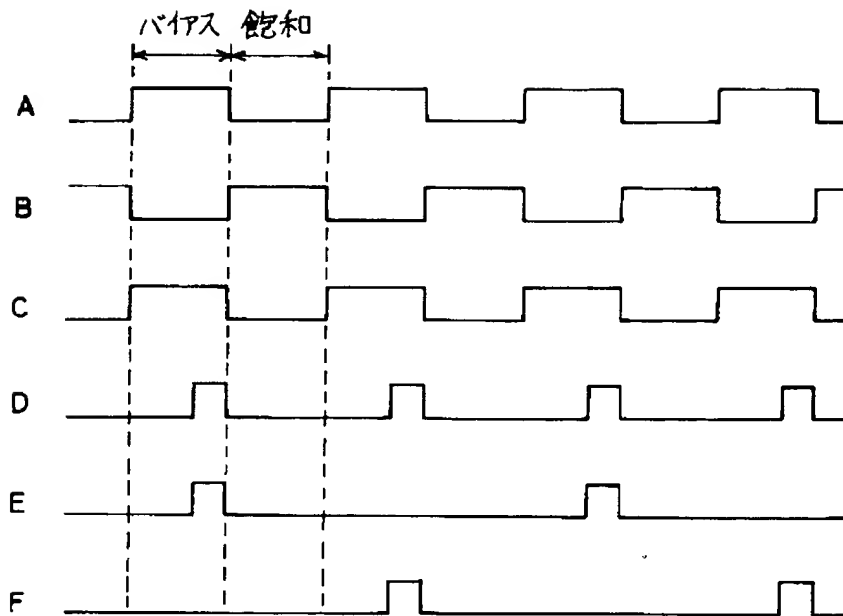
【図5】



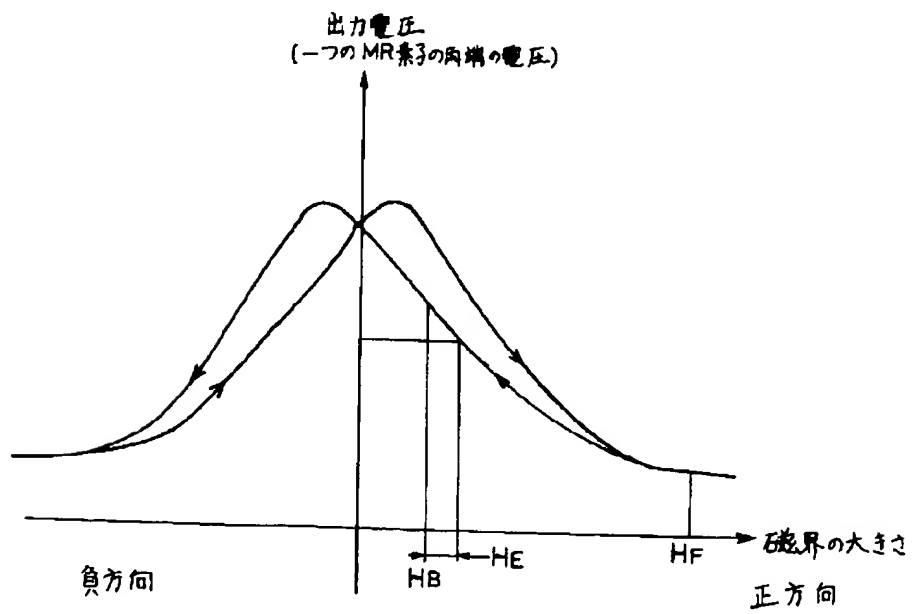
【図6】



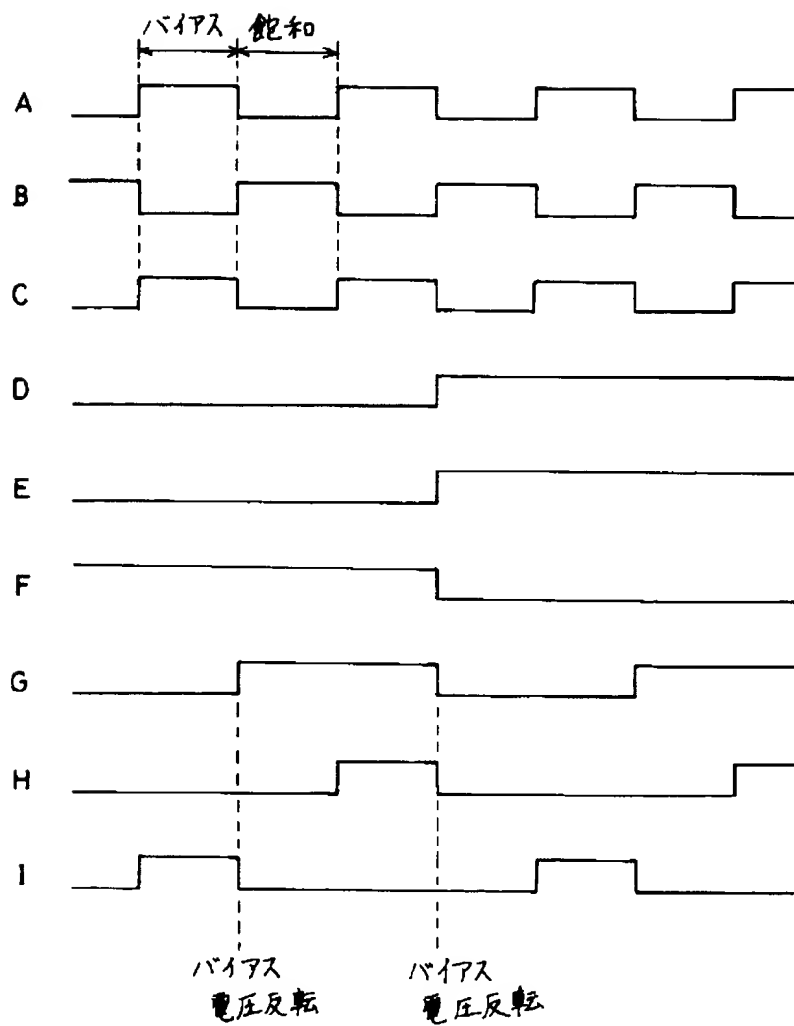
【図2】



【図3】



【図7】



【図8】

